



SAVONIA

Jälkilaskenta hankkeesta Vt 14, Savonlinna, Laitaatsalmi–Ruislahti, KU

Matti Mänttari

Opinnäytetyö

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Rakennustekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Matti Mänttari	
Työn nimi Jälkilaskenta hankkeesta Vt14, Savonlinna, Laitaatsalmi–Ruislahti, KU	
Päiväys 11.5.2013	Sivumäärä/Liitteet 28+5
Ohjaaja(t) Pt. tuntiopettaja Kalle Simonen, lehtori Raimo Lehtiniemi	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Destia Oy/Työmaapäällikkö Aki Loikkanen	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tarkastella ja koota jälkilaskentatietoa kustannuksiltaan mitattavasta Savonlinnan rinnakkaisväylähankkeesta. Jälkilaskennan yhteydessä tarkasteltiin toteutuneita kustannuksia ja työsuoritteita, joita verrattiin osittain tarjouslaskennan aikaisiin ja muista lähteistä saatuihin teoreettisiin tietoihin. Saatua jälkilaskentatietoa voidaan soveltaa jatkossa osallaan palvelemaan tarjouslaskentaa ja työnsuunnittelua samankaltaisia työvaiheita sisältävissä hankkeissa. Yrityksen kustannustietouden kehittäminen ja päivittäminen tuovat yritykselle etua mm. urakkakilpailuissa.</p> <p>Tässä insinöörityössä suoritettiin jälkilaskentaa tavoitesopimukseen kirjatusta ja jälkilaskenta palaverissa laskettaviksi sovitusta työvaiheista. Tiedon hankinnan apuna käytettiin laskutustietoja, määräseurantataulukoita, kuormakirjoja, työmaapäiväkirjoja, raportteja, valokuvia sekä tarvittaessa työnjohdolta ja työntekijöiltä saatua tietoa. Tutkittavia asioita olivat: louhekertoimen määrittäminen vesistö- ja maapengerryksissä, louheen kuormaus- ja kuljetuskapasiteetti työmaan ulkopuolelta tuotavan louheen suhteen; sukellustöistä työaikameneikki, sukellustyönhinta ja tukimuurien kohdalla asennustyön työsaavutus (tuntia/metri); ruoppauksessa teho m³itd/h; vesistösiltojen rakentamisesta paalutustyöhön kulunut aika, työteho (m/tv8) ja kustannukset (€/paalumetri); työsilloissa työaika ja teho (m²/tv8) sekä kasuuneista sen rakentamiseen kuluneiden sukellustuntien määrä. Saatua tuloksia arvioitiin ja verrattiin suunniteltuun sekä Destian Oy:n tarjouslaskennan apuvälineenä käyttämiin ohjeellisiin menetelmä- ja kapasiteettitietoihin. Tarvittavat tiedot koottiin Excel – taulukoihin ja näiden tietojen pohjalta laadittiin tiivis yhteenveto jälkilasketuista työvaiheista.</p> <p>Työn tärkein osa oli tiivis Excel – yhteenveto jälkilasketuista asioista, joita myös osittain verrattiin tarjouslaskennan aikaiseen ja teoreettiseen lähdetietoon. Yhteenvetoon sisällytettiin myös muut työvaiheita koskevat lisätiedot ja merkittävät asiat. Lisäksi opinnäytetyössä käydään lyhyesti läpi jälkilaskettavien työvaiheiden osalta yleistä asiaa niiden suorittamisesta ja sisällöstä sekä Savonlinnan rinnakkaisväylätyömaan kannalta että teorialiedon pohjalta. Koottua jälkilaskentatietoa voidaan tulevaisuudessa käyttää osaltaan apuna tarjouslaskennassa ja työnsuunnittelussa eli mm. resursoinnissa ja aikataulutuksessa.</p>	
Avainsanat Rakentaminen, jälkilaskenta, tarjouslaskenta	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Civil Engineering			
Author(s) Matti Mänttari			
Title of Thesis Post-calculation of the project Highway 14			
Date	11 May 2013	Pages/Appendices	28+5
Supervisor(s) Mr Kalle Simonen, Lecturer Mr Raimo Lehtiniemi, Lecturer			
Client Organisation /Partners Destia Ltd. / Mr. Aki Loikkanen			
<p>Abstract</p> <p>To succeed in rigorous contract competitions companies have to improve and update their cost knowledge. The aim of this thesis was to make a post calculation in other words to examine the realized costs and effectiveness of several different works of the Savonlinna's parallel road -project and to compare the results on the offer calculation and theoretical data.</p> <p>The data for this post calculation was gathered using bills, mass- tracking tables, truck papers, reports, site diaries, photos and information given by foremen. Most of the information gathering work was done in Destia Ltd's office in Savonlinna. The Data was gathered to Excel-tables and using this assembled information the summary of the post calculated works was made. The realized data was also compared to the offer calculation and theoretical data.</p> <p>The result of this thesis was the post calculation of the project and the summary of the realized costs and the analysed comparison of them. The purpose of the gathered information is to help bid calculation and work planning including resourcing and scheduling. Large projects in this case Savonlinna's parallel road –project:” Highway 14, Savonlinna, Laitaatsalmi–Ruislahti, KU”, gave a good chance to examine the realized costs and work effectiveness and in the future this information can be adapt to other projects which has the similar work points.</p>			
<p>Keywords</p> <p>Constuction, post calculation, realized cost calculation</p>			
Public			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Tausta ja tavoitteet	7
1.2	Esittely hankkeesta Vt 14, Savonlinna, Laitaatsalmi–Ruislahti, KU	8
2	JÄLKILASKENNAN HYÖDYNTÄMINEN JA TOTEUTTAMINEN	10
3	JÄLKILASKENNAN TOTEUTUS VT14, SAVONLINNA, LAITAATSALMI–RUISLAHTI, KU -PROJEKTISSA	11
3.1	Louheenkerroin vesistöpengerryksissä ja maapenkereissä	11
3.1.1	Tulosten tarkastelu	12
3.2	Louheen kuormaus- ja kuljetuskapasiteetti	12
3.2.1	Työmaan ulkopuolelta tuodun louheen kuormaus- ja kuljetuskapasiteetin jälkilaskenta	13
3.2.2	Tulosten tarkastelu	15
3.3	Sukellustyöt	15
3.3.1	Jälkilaskennan tekeminen	16
3.3.2	Tulosten tarkastelu	17
3.4	Ruoppaus	17
3.4.1	Ruoppaustyöt Vt 14 työmaalla	18
3.4.2	Ruoppaustöiden jälkilaskenta	20
3.4.3	Tulosten tarkastelu	20
3.5	Vesistösiltojen paalutukset	21
3.5.1	Jälkilaskennan tekeminen	21
3.5.2	Tulosten tarkastelu	23
3.6	Työsillat	23
3.6.1	Jälkilaskennan tekeminen	24
3.6.2	Tulosten tarkastelu	24
3.7	Kasuunit	25
3.7.1	Jälkilaskenta sukellustuntien osalta	25
3.7.2	Tulosten tarkastelu	25
4	YHTEENVETO JA JÄLKILASKENNAN KEHITTELY	27
	LÄHTEET	28

LIITTEET

Liite 1 Yleiskartta Valtatie 14 plv. 14690 - 18800

Liite 2 Välitukien kasuunipiirustus.

Liite 3 Sillan S15 peruslaattojen kasuunien asennus. Tekninen työsuunnitelma.

Liite 4 Sillan telinepaalutus ja alateline. Suunnitelmakuvasarja.

Liite 5 Jälkilaskenta yhteenveto. Jälkilaskenta tavoitesopimuksessa ja jälkilaskenta pala-vereissa sovittujen työvaiheiden osalta.

1 JOHDANTO

1.1 Tausta ja tavoitteet

Suoritin kaikki opintoihini kuuluvat työharjoittelujaksot Destia Oy:n palveluksessa Savonlinnan rinnakkaisväylätyömaalla kesien 2011 ja 2012 aikana. Looginen jatkumo tälle oli, että tekisin opinnäytetyöni Destia Oy:lle. Jouduin kertaalleen vaihtamaan syksyn 2012 aikana Destialta saamaani opinnäytetyön aihetta. Lopullinen työni aihe: ”Jälkilaskenta hankkeesta Vt14, Savonlinna, Laitaatsalmi–Ruislahti, KU” varmistui ennen joulua 2012 ja opinnäytetyön työstämisprosessi pääsi alkamaan nopeasti.

Maanrakennusalalla käydään jatkuvaa tarjouskilpailua uusista urakoista, jonka myötä yrityksen on pyrittävä yhä tarkempaan tarjouslaskentaan. Tämän takia kustannustietouden kehittäminen ja päivittäminen on ensisijaista pyrkimyksissä saavuttaa etulyöntiasema kilpailijoita vastaan. Savonlinnan rinnakkaisväylähanke sisälsi useita eri työvaiheita ja se oli kustannuksiltaan mittava. Tutkimalla hankkeen taloudellista toteutumista ja työsuoritteita jälkilaskennan yhteydessä saadaan runsaasti hyvää tietoa, jota on tulevaisuudessa mahdollisuus soveltaa samankaltaisia työvaiheita sisältävien hankkeiden tarjouslaskennassa ja työnsuunnittelussa.

Tämän työn tavoitteena on koota jälkilaskentatietoa Savonlinnan rinnakkaisväylähankkeesta eli tarkemmin hankkeesta ”Vt14, Savonlinna, Laitaatsalmi–Ruislahti, KU”. Hankkeen tavoitesopimuksessa ja jälkilaskentapalaverin yhteydessä oli määritelty jälkilaskettavat työvaiheet, joiden taloudellisesta onnistumisesta haluttiin saada tietoa. Työssä tarkasteltiin toteutuneita kustannuskertymiä ja menekkejä sekä vertailtiin niitä tarjouksessa esitettyihin ja ohjeellisiin Destian tarjouslaskennan apuna käyttämiin menetelmiä ja kapasiteettitietoihin. Saadun jälkilaskentatiedon on tarkoitus tulevaisuudessa palvella ja tukea osaltaan tarjouslaskentaa, resursointia ja aikataulutusta. Jälkilaskentatiedon keräämiseksi käytettiin apuna laskutustietoja, määräseurantataulukkoja, kuormakirjoja, työmaapäiväkirjoja, raportteja, valokuvia sekä työnjohdolta ja työntekijöiltä suullisesti ja sähköpostitse saatuja tietoja. Tarvittava jälkilaskentatieto koottiin Excel-taulukoihin ja näiden tietojen pohjalta laadittiin lopullinen tiivis Excel-yhteenvetotaulukko jälkilasketuista työvaiheista. Lisäksi opinnäytetyössäni tarkastellaan laskettavista työvaiheista yleis-tietoja, työvaiheiden suoritusta ja niiden sisältöä Savonlinnan rinnakkaisväylähankkeen näkökulmasta.

Työn tilaaja Destia Oy on Suomen valtion omistuksessa oleva infra- ja rakennusalan yritys. Destia rakentaa, ylläpitää ja suunnittelee liikenneväylien sekä liikenne- ja teollisuusympäristöjen lisäksi kokonaisiä elinympäristöjä. Destian asiakkaina toimivat teollisuus- ja liikeyritykset, kunnat, kaupungit sekä valtionhallinnon organisaatiot. Henkilöstöä yrityksessä on noin 1 600 ja vuonna 2011 sen liikevaihto oli n. 500 miljoonaa euroa.

1.2 Esittely hankkeesta Vt 14, Savonlinna, Laitaatsalmi–Ruislahti, KU

Rinnakkaisväylän rakentaminen Savonlinnaan välille Laitaatsalmi–Ruislahti on osa Liikenneviraston kolmivaiheista hankekokonaisuutta, jolla pyritään kehittämään Savonlinnan liikenneyhteyksiä keskustassa ja sen tuntumassa. Liitteessä 1 on yleiskartta, josta nähdään pääkohdittain rinnakkaisväylähankkeen sisältö sekä koko väylän ja eri kohteiden katujen, kevyenliikenteen väylien, siltojen, junaradan, liittymien yms. sijainti.

Hankekokonaisuuden ensimmäisessä vaiheessa rakennettiin toinen tiesilta Kyrönsalmeen vanhoille sillan perustuksille, lisäksi tieosuus välillä Ruislahti–Miekkoniemi muutettiin nelikaistaiseksi ja sen ajosuunnat erotettiin keskikaistalla. Samalla uudistettiin Miekkoniemen risteysalue. Työt aloitettiin alkuvuodesta 2009 ja ensimmäinen vaihe valmistui syksyllä 2011. Pääurakoitsijana toimi YIT Oy. Ensimmäisen vaiheen kustannusosuus oli n. 40 miljoonaa euroa. (Liikennevirasto.)

Hankekokonaisuuden toinen vaihe sisältää rinnakkaisväylän rakentamisen Savonlinnan keskusta-alueen pohjoispuolelle välille Laitaatsalmi–Ruislahti. Työn pääurakoitsijana hankkeella toimii Destia Oy ja työ tehdään kokonaishintaurakkana. Tavoitteena on siirtää liikennettä pois ahtaassa keskustasta sekä vähentää onnettomuusriskejä ja muita liikennehaittoja. Keskusta-alueen kehittäminen avaa myös mahdollisuuksia maankäytölle kaupungin liikenneyhteyksien kehittyessä. Rakennettavan pääväylän tie on kaksikaistainen, katumainen sekaliikennetie. Hankkeen työt alkoivat syksyllä 2010 ja sen on määrä olla valmis syksyllä 2013. Kaiken kaikkiaan rakennettavalle Vt14 osuudelle tulee noin 4 km uutta tielinjaa ja saman verran katua, kolme kiertoliittymää ja kaksi valo-ohjattua liittymää, 6 km kevyenliikenteenväylää ja noin 4 km melusuojuuksia. Lisäksi suoritetaan ratalinjansiirtoa 2,3 km osuudelta, rakennetaan uusi henkilöliikennettä palveleva liikennepaikka Kauppatorille ja puretaan entinen ratapiha. Siltoja tehdään uusina 21 kappaletta ja lisäksi uusitaan osittain Kasinon kevyenliikenteen silta. Ranta- ja ympäristörakentamista tehdään noin 1,5 km matkalle ja lisäksi tehdään tukimuureja 8 kpl ja portaita 5 kpl. Koska rakennettava väylä sijoittuu kauniiseen Saimaan järvimaisemaan, on uuden väylän suunnittelutyössä kiinnitetty runsaasti huomiota väylien estetiikkaan ja viherrakentamisen määrään ja laatuun. Uusi rataosuus valmistui junaliikenteen käyttöön kesä-

kuussa 2012 ja marraskuussa 2012 avattiin pääväylä henkilöautoliikenteelle. Pienempiä katuosuuksia saatiin otettua käyttöön jo kesällä 2011. Toisen vaiheen osuus kustannuksista on noin 50 miljoonaa euroa. (Liikennevirasto.)

Hankekokonaisuuden kolmas vaihe käsittää Syväväylän rakentamisen ja uuden tie- ja ratasillan rakentamisen Laitaatsalmeen kaupungin länsipuolelle. Tarkka rakentamisajankohta ei ole tiedossa ja se riippuu rahoituksen kehittymisestä. Kun koko Savonlinnan keskustan liikenneyhteyksien parantamishankkeen kustannusarvio on noin 130 miljoonaa euroa jää kolmannelle vaiheelle noin 40 miljoonan euron kustannusosuus. (Liikennevirasto.)

2 JÄLKILASKENNAN HYÖDYNTÄMINEN JA TOTEUTTAMINEN

Jälkilaskennan avulla tutkitaan rakennuskohteen taloudellista onnistumista tarkastamalla kohteen toteutuneet menekit, resurssit ja kustannukset suhteessa tarjouksessa esitettyihin. Jälkilaskennan avulla pystytään projektin kustannustietoja hyödyntämään tulevaisuuden rakennuskohteiden kustannusarvio- ja tarjouslaskennoissa. Jälkilaskennan yhteydessä nähdään onnistumiset ja epäonnistumiset, joiden myötä voidaan kehittää tuotantoprosessia ja kustannustietoutta. Kustannustietojen oikea hallinta ja luotettavuus antaa yritykselle kilpailuedun mm. tarjouskilpailuissa. Kustannustiedot käsitellään jälkilaskennassa aina ilman arvolisäveroa. (Lindholm 2009, 45,46.)

Useammasta hankkeesta saadun jälkilaskentatiedon avulla on mahdollista tarkastella kustannustasoa ja kustannusarvioiden tilastollista tarkkuutta. Tämän myötä tietoa voidaan hyödyntää tuotantosuunnittelussa, tavoitebudjetin asettamisessa ja työmaateknii-kan kustannusstandardien luomisessa. Erityinen kiinnostus kohdistuu laskenta- ja suunnittelutyön kehittämisen kannalta osa-alueisiin, joissa on havaittu tavoitteen ja toteutuman poikkeamia. Jälkilaskentatiedon avulla nähdään kustannuseroihin vaikuttavien tekijöiden seuraukset toteutuneen ja lasketun hinnan välillä. Jälkilaskenta ei kuitenkaan paljasta havaittujen erojen syitä. Näin pelkästään toteutuneet kustannukset eivät välttämättä kuvaa riittävän hyvin ja seikkaperäisesti päivän hintatasoa. Yrityksen sisällä tulee jälkilaskennan tuloksiin suhtautua siten, että saadun tiedon perusteella voidaan muuttaa yrityksen tietokannan tietoja, unohtamatta muita perusteita kuten työmenetelmien muuttumista, uusia tarvikkeita ja innovaatioita, jotka ovat tulleet markkinoille. (Lindholm 2009, 46,47.)

Jälkilaskennan tekeminen jakautuu kustannustietojen keräämiseen hankkeen aikana, hankkeen jälkilaskentakokoukseen ja hankkeen ollessa valmis viitekansion tai vastaavan tekemiseen. Jälkilaskenta tulisi aina tehdä heti tietyn työkokonaisuuden valmistuttua. Monesti ongelmana on kuitenkin työnaikainen raportointi ja jälkilaskentaan tarvittavan tiedon looginen arkistointi sekä jälkilaskennan tekoon sitovan ajallisten resurssien puutteellisuus. Jälkilaskennan suorittamisella heti työvaiheen valmistuttua saadaan nopeasti tietoa yrityksen laskentajärjestelmän valvontaa varten. Jälkilaskennassa kerätään yhteen suunnitellut kustannukset ja tuotannon kustannusvalvonnan mukaiset toteutuneet kustannukset. Jälkilaskennan yhteydessä on syytä jättää pois kohteet, joissa jokin työnaikainen häiriö on aiheuttanut merkittävän poikkeaman kustannuksiin. Nämä poikkeaman sisältämät tiedot eivät anna oikeaa kuvaa kustannustasosta ja tarkkuudesta. (Lindholm 2009, 47,48.)

3 JÄLKILASKENNAN TOTEUTUS VT14, SAVONLINNA, LAITAATSALMI–RUISLAHTI, KU- -PROJEKTISSA

Opinnäytetyössä oli tavoitteena saada koottua jälkilaskentatietoa tavoitesopimukseen kirjattujen työvaiheiden ja jälkilaskentapalaverissa sovittujen työvaiheiden osalta, joka osaltaan palvelisi ja tukisi luotettavasti tarjouslaskentaa, resursointia ja aikataulutusta. Tarvittavien tietojen keräämis- ja kokoamistyö tehtiin pääosin Destia Oy:n toimistolla, Savonlinnassa. Jälkilaskentatiedon keräämiseksi käytettiin laskutustietoja, määräseurantataulukoita, kuormakirjoja, työmaapäiväkirjoja, raportteja, valokuvia sekä työnjohdolta ja työntekijöiltä saatuja suullisia tietoja ja sähköpostikeskusteluiden avulla saatuja tietoja.

Jokaisesta työvaiheesta koottiin Excel-tilukkolaskelmaohjelmaa käyttäen yhteen tarvittavia tietoja toteutuneista ja lasketuista hinnoista, määristä ja ajoista. Näiden tietojen avulla arvioitiin esimerkiksi 5-akselisen kuorma-auton kuljetuskapasiteettia ulkoisen louheen kuljetuksessa tai sukellustöiden toteutunutta hintaa ja aikamenekkiä. Lopulliseen Excel-yhteenvetoon koottiin tiivistetysti ja lyhyesti kunkin työvaiheen osalta tarvittava jälkilaskentatieto lisätietoineen ja huomautuksineen.

3.1 Louheenkerroin vesistöpengerryksissä ja maapenkereissä

Jälkilaskennassa tutkittiin yhtenä osana louheenkerrointa pengerryksissä. Itse en osallistunut kertoimen laskentaan, sillä se oli tehtynä jo ennen kuin aloitin opinnäytetyöni tekemisen. Tarkastelen kuitenkin lyhyesti aiheen keskeisen idean. Tarkoituksena oli määrittää louherroin, joka kuvasi kuinka monta tonnia vastasi yksi rakenneteoreettinen kuutio eli 1 m^3 rtr valmiissa tiivistetyssä louhepenkereessä. Se laskettiin kaavalla $1/(k_2 \cdot y_2) \cdot t/m^3$ itd (Destia Oy, 2004).

Tiivistymiskerroin k_2 on kerroin, joka ilmoittaa todellisen rakennetilavuuden suhteen saman massaerän tilavuuteen kuljetusvälineessä. Täyttökerroin y_2 ilmoittaa teoreettisen rakennetilavuuden suhteen todelliseen rakenteen tilavuuteen. Massakäsike t/m^3 itd kuvaa tonnimäärä, joka vastaa yhtä kuutiota irtolouhetta kuorma-auton lavalla. (Hartikainen 2007, 167, 168.)



Kuva 1. Vesistöpengerrystyöt käynnissä Luotsiniemen lähetyvillä. Kuva Destia Oy 2010.

3.1.1 Tulosten tarkastelu

Tiedot jälkilaskennan tuloksista eivät ole julkisia.

3.2 Louheen kuormaus- ja kuljetuskapasiteetti

Louheen kuormaus- ja kuljetuskapasiteetilla tarkoitetaan koneen tehoa eli sitä kuinka paljon maa-ainesta kuormaava kone pystyy tietyn ajan sisään kuormaamaan ja kuinka paljon kuljetuskalusto pystyy maa-ainesta siirtämään paikasta A paikkaan B tietyssä ajassa. Koska materiaalien siirto ja kuormaustyöt muodostavat yleensä suuren osan maanrakennushankkeiden kokonaiskustannuksista on niiden tehokkuuden tarkastelu tärkeää sekä työn aikana että töiden jälkeen jälkilaskennan yhteydessä. Työmaan ulkopuolelta tuotavan louheen kuormaus- ja kuljetuskapasiteetteja tarkasteltiin syksyn 2010 ja kevään 2011 aikana tehdyn suuren vesistöpengerrystyön seurantaan varten ylläpidettyjen seurantataulukoiden avulla.

Kuormaustöiden yhteydessä kuormaukseen valittavan koneen valintaan, työmenetelmiin ja työnsuoritukseen vaikuttavat Hartikaisen (2007, 39) mukaan mm:

- maan laatu ja ominaisuudet
- koneiden rakenne ja kunto
- työolosuhteet
- kuljettajan taito
- sää ja vuodenaika
- työn suunnittelu ja toteutus
- sekä työturvallisuus.

Kuljetusten taloudellisuuden kannalta oleellisia asioita Hartikaisen (2007, 74) mukaan taas on:

- lyhyt kuljetusmatka ja välivarastoinnin välttäminen
- olosuhteisiin sopiva kuljetuskalusto
- toisiinsa sopiva kuormauskone-, kuljetusväline- ja levitysyhdistelmä
- oikea kuljetuskalustomäärä
- sekä hyvä työmenetelmä ja työnjärjestely.

Kuljetuskalustoon valintaan vaikuttavien tekijöiden suhteen Hartikainen (2007, 75) listaa seuraavat tärkeät asiat:

- kuormauskoneen tyyppi ja koko
- kuljetettava materiaali
- kuljetustie ja matkan pituus
- kuormaus- ja purkupaikkojen tilat
- työkohteen suuruus
- työaikataulu
- sekä saatavissa oleva kalusto ja sen hinta.

3.2.1 Työmaan ulkopuolelta tuodun louheen kuormaus- ja kuljetuskapasiteetin jälkilaskenta

Syksyn 2010 ja kevään 2011 aikana tehdyn vesistöpengerrystäytön louhe tuotiin työmaalle kahdesta eri kohteesta. Savonlinnan kaupungin itäpäästä tuotiin louhetta n. 8 kilometrin päästä ja työstä vastasi aliurakoitsijana toiminut Savon Kuljetus Oy. Länsipään louheen kuljetus ja kuormaustöistä vastasi Destia Oy omilla koneillaan. Matkaa kaupungin länsipuoliselta kuormausalueelta työmaalle kertyi yhteen suuntaan n. 11 kilometriä. Työtä tehtiin maanantaista torstaihin 15 tuntia ja perjantaisin 11 tuntia.

Kuljetuskapasiteetin laskenta

Sekä Savonlinnan kaupungin itä- että länsipäästä tuodun louheen seurannasta oli laadittu ajantasalla pidetyt työnaikaiset Excel-seurantataulukot, joista nähtiin autokohtaisesti joka päivän työaika, ajetut louhemäärät ja kuormaustiedot. Jälkilaskennan tekeminen alkoi listaamalla Exceliin 4-akselisten, 5-akselisten ja puoliperävaunullisten autojen viikottaisia ajoja. Tarkasteltavaksi otettiin kuorma-autoja sellaisilta viikoilta, joina autojen päiväkohtaiset ajot olivat mahdollisimman tasaisen tehokasta ja tarkasteluun sopivaa. Tarkasteluun otettiin 4- ja 5 akselisten osalta kolme autoa ja puoliperäisten kohdalla kuusi autoa, joista monen kohdalla tarkasteltiin ajoja kahdelta eri viikolta. Jokaisen auton kuljettamista päiväkuormista laskettiin viikonpäivittäinen keskiarvo ja jakamalla työajalla (15 tai 11 h) saatiin tulokseksi teho t/h. Tulokseksi saatiin siis tehot (5 kpl) päiville maanantaista perjantaihin. Näistä tehoista laskettiin keskimääräinen lopullinen teho, jossa keskiarvon laskusta jätettiin tarkastelematta pienin ja suurin arvo. Tuloksena oli teho erikokoiselle kuljetuskalustolle. Saaduista kuljetuskapasiteetin arvoista voidaan todeta, että ne eivät suoraan täysin täsmää Destian sisäisistä järjestelmistä saadun tarjouslaskijan työkalupakin sisältämiin kuljetuskapasiteetin ohjeellisiin arvoihin. Syyt tähän ovat, että ohjearvoissa ei ole huomioitu kaupunkiympäristön vaikutusta kuljetuksiin. Projektissa ongelmia kuljetuksiin toivat liikennevalot, ruuhkat, läppäsilta, Kyrönsalmen siltatyömaa ja sen nopeusrajoitukset.

Kuormauskapasiteetin laskenta

Itäpäässä louhetta oli kuormaamassa kaksi konetta kooltaan 45 ja 50 tonnia. Länsipäässä kaupunkia taas oli kuormaustyötä tekemässä kaksi noin 30 tonnin konetta. Kuormauskapasiteetti saatiin yksinkertaisesti seurantataulukoiden avulla, joista nähtiin päiväkohtaisesti kokonaisuudessaan kuljetettu tonnimäärä louhetta. Laskentaa varten otettiin otantaan kokonaismäärät kahdelta eri viikolta. Teho t/h/kone saatiin jakamalla koko viikon aikana kuormattu louhemäärä koko viikon työtuntimäärällä (71 h) ja lopuksi vielä koneitten määrällä eli kahdella. Saaduista kahden eri viikon tehon keskiarvosta laskettiin vielä keskiarvo ja näin saatiin lopullinen tarkasteltava kuormauskapasiteetin arvo. Myös kuormauksen kapasiteetin heikkouteen vaikutti kuljetuksiin vaikuttaneet kaupunkiympäristön tuomat olosuhdetekijät, ja näin ollen saadut kapasiteetin arvot olivat selvästi pienemmät kuin mitä Destian sisäisessä järjestelmässä olevat tarjouslaskennassa ja tuotannonsuunnittelussa käytetyt ohjeelliset arvot ovat. Ainakin kaupungin länsipuolelta Destia Oy:n toimesta louhetta tuoneen kuljetuskaluston määrää olisi ollut varaa lisätä, jotta kuormauskapasiteettiä olisi saatu suuremmaksi.

3.2.2 Tulosten tarkastelu

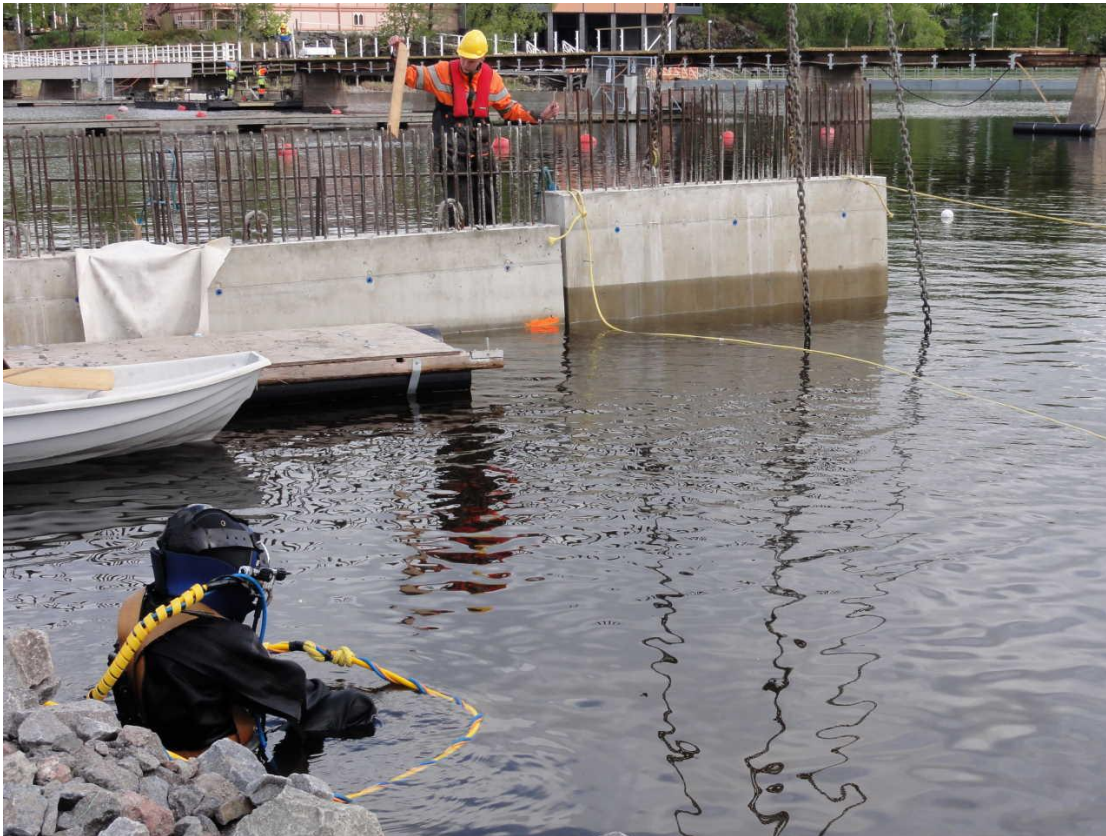
Kun verrataan toteutuneita kuljetus- ja kuormaustehojen arvoja ohjeellisiin, huomataan toteutuneiden kapasiteetin arvojen olevan ohjeellisia pienemmät. Syynä tähän on kaupunkiympäristön tuomat häiriöt kuljetusten sujumiseen, jotka heijastuvat kuormaukseen. Lisäksi ainakin kaupungin länsipuolelta tuotavan louheen osalta olisi ollut varaa lisätä kuljetuskalustoa, jonka myötä kuormauskapasiteettia olisi saatu kasvatettua. Kun tarjouslaskennan yhteydessä arvioidaan kuljetus- ja kuormauskapasiteetteja on tärkeää huomioida työmaan sijainti ympäristöönsä nähden. Savonlinnan kaltainen kaupunkiympäristö verottaa väkisinkin kuljetustehoa ja sen myötä kuormaustehoa. Muulta osin jälkilaskennan tiedot ovat salaisia.



Kuva 2. Louheenajoa pl. 17600. Kuva Destia Oy 2011.

3.3 Sukellustyöt

Sukellustöistä Savonlinnan rinnakkaisväylähankkeella vastasi aliurakoitsijana toiminut yritys Rakennusliike Lampinen Oy. Projektilla tehtyjä sukellustöitä olivat mm. vedenalaiset hitsaustyöt ja paalujen katkaisutyöt, louhintatyöt, kasuunien vuotojen etsimis- ja tilkitsemistyöt sekä niiden purkutyöt, eroosiolaattojen valutyöt, tukimuurielementtien ja portaiden asennustyöt sekä tarkastussukellus- ja kuvaustyöt.



Kuva 3. Tukimuurielementtien asennustyöt käynnissä Koululahdessa. Kuva Destia Oy 2011.

3.3.1 Jälkilaskennan tekeminen

Sukellustöiden osalta otettiin jälkilaskettavaksi sukellustöihin kulunut työaika, hinta ja tukimuurien kohdalla menekki tuntia/metri. Jälkilaskennan tekemiseen käytettiin apuna laskutustietoja, suunniteltuja laskentatietoja ja työnsuorittajan Ilkka Lampisen arvioita työhön kuluneesta ajasta.

Sukellustöiden jälkilaskentaprosessi alkoi listaamalla excel-taulukoon tietoja laskujen avulla. Laskutustiedoista kaivettiin esiin laskutetut sukellustuntimäärät, tuntiinnat ja tämän myötä kokonaishinnat ja kokonaistuntimäärät. Laskutustiedoissa ei kaikissa tapauksissa oltu tarkasti merkattu mihin kohteeseen sukellustöitten laskutus ja työtunnit oli kohdistettu. Tätä varten tarvittiin aliurakoitsijan arvio eri kohteisiin eli tukimuureihin, siltoihin ja muihin sukellustöitä vaatineisiin kohteisiin kuluneesta tuntimäärästä. Tämän jälkeen voitiin kohdistaan toteutuneet tuntimäärät erikseen yksittäisille silloille, tukimuureille ja rantalinjalle tuleville portaille sekä lopuille sekalaisille sukellustöille. Kun tiedettiin toteutunut sukellustyön tuntimäärä ja tunti hinta tietyn sillan kohdalla voitiin laskea kohteen toteutunut hinta. Suunnitelmista saatiin hyvin tietoon sukellustöiden lasketut tuntimäärät sekä hinnat tukimuuriosittain ja siltakohtaisesti.

Selvitettävänä oli myös mikä oli teho (h/m) tukimuurielementtien ja portaiden asennustyön kohdalla sukellustöitten kannalta. Kun tunnettiin kokonaisuudessaan tukimuurien asennukseen kulunut tuntimäärä sekä tukimuurien ja portaiden yhteispituus saatiin laskeksi teho h/m eli sukellusaika, joka kului metrille asennettavaa tukimuuri tai porrasmetriä kohden. Kertomalla teholla tietyn tukimuurinosan pituus saatiin tietoon tukimuuri tai porrassaan kulunut toteutunut tuntimäärä ja sen myötä tuntihinnalla kertomalla tiettyyn tukimuuriosaan kuluneet kustannukset.

Huomioon otettavia seikkoja sukellustöiden jälkilaskennan tuloksia tarkasteltavissa ja niitä soveltaessa on:

- Siltojen kohdalla kasuunien asennukseen vaikuttaa se, onko kasuuni asennettu konsolien varaan vaiko murskepedille.
- Voimakkaasti virtaavissa kohdissa sukellustöiden suorittaminen vaikeutuu.
- Huono näkyvyys vedessä hidastaa huomattavasti töitä.
- Tukimuurien asennussyvyys vaikuttaa asennusnopeuteen. Tässä se oli n. 3 metrin luokkaa.

3.3.2 Tulosten tarkastelu

Tiedot jälkilaskennan tuloksista eivät ole julkisia.

3.4 Ruoppaus

Ruoppaukseksi kutsutaan maansiirtotyötä, jossa vedenalainen maa-aines irroitetaan pohjasta ja sen jälkeen siirretään ja läjitetään suunnitellulle alueelle hinattavien tai itselukkevien proomujen avulla tai imuruoppaajien kohdalla mahdollisesti myös kuljetuskourujen avulla. Valitun proomun tyyppi on riippuvainen työn ominaisuuksista eli mm. ruopatun maan tyypistä, kuljetus matkasta läjitysalueelle, työtilasta ja kulkuväylistä sekä ruoppaajasta. Ruoppaajat jaetaan kauharuoppaajiin ja imuruoppaajiin. Kauharuoppaajat soveltuvat hyvin vaihtelevien, kovien moreeni- ja kalliomateriaalien ruoppaukseen ja niitä ovat pistoruoppaaja, kuokkaruoppaaja, kahmariruoppaaja sekä ketjukauharuoppaaja. Imuruoppaajat taas imevät paineputkia pitkin maa-aineksen ja veden seosta, jossa on kiintoainesta n. 10-20%. Kaikki ruoppaajat tarvitsevat aina avukseen tyypistä riippuen erilaista apukalustoa, jota ovat mm. proomut, hinaajat, ankkurilautat, haralautat ja veneet. Lisäksi työssä käytetään apuvälineistöä, jota ovat mm. paikantamisjärjestelmät ja -laitteet, tunnistimet, kamerat ja monitorit. (Hartikainen, 2007, 151-152,155,159-160.)

Hartikaisen (2007, 151) mukaan suurin osa Suomessa ruoppausta vaativista töistä on vesiväylien rakentamis-, parantamis- ja kunnossapitotöitä. Lisäksi ruoppausta vaativia töitä hänen mukaansa ovat:

- vesistöjen säännöstely
- puutavaran käsittelyalueiden syventäminen
- sekä laitureiden ym. vedenalaisten rakenteiden peruskuoppien sekä kuivatus- ja kastelukanavien rakentaminen.

Ruoppausta käytetään myös mm. seuraavissa tehtävissä:

- rakennusmateriaalien talteenotossa (hiekan ja soran nosto rannikkoalueilla)
- patojen rakentamisessa
- vesistön tilan parantamisessa
- sekä teollisuusjätteiden käsittelyssä.

3.4.1 Ruoppaustyöt Vt 14 työmaalla

Projektin ruoppaustöistä ja ruoppausmassojen läjityksestä oli teetetty riskinarvio 5.6.2009, josta Etelä-Savon ympäristökeskus oli antanut lausuntonsa 9.7.2009. Tutkimusten perusteella oli havaittu, että Hevonpäänlahden ja Koululahden sedimenteissä oli merkkejä PAH-yhdisteistä, raskasmetalleista ja mineraaliöljyistä. Tämän myötä n. 30–50 cm pintasedimenttikerrostuma jouduttiin poistamaan erillisenä työnään, ja vasta tämän jälkeen voitiin ruveta ruoppaamaan puhdasta pehmeää maa-ainesta kovaan pohjaan saakka, jonka koostumus oli enimmäkseen tiivistä moreenia. Saastunut pintasedimentti kapseloitiin Uuraansaaren luona olevalle läjitysalueelle järven pohjaan suodatinkankaan, puolen metrin hiekkakerroksen ja noin metrin paksuisen puhtaan ruoppausmassa kerroksen alle. Pilaantunutta sedimenttikerrostumaa läjitettiin Uuraansaaren eteläpuoliselle alueelle n. 20 000 m³ ktr ja puhdasta savimaata n. 190000 m³ ktr. (Destia Oy 2010, 1; Terramare Oy 2010, 6.)

Ruoppaustöistä vastasi Destia Oy:n alihankkijana Terramare Oy. Rantaviivan osuudelle rakennetun valtatie Vt14 tiepohjan perustaminen edellytti ruoppausten tekoa ja pehmeiden savimaiden poistoa. Ennen varsinaisen ruoppaustyön aloitusta suoritettiin ruoppausalueiden ja läjitysalueiden kartoitus Meritaito Oy:n toimesta. Ruoppaustyö suoritettiin sekä kuokkaruoppauksena että kahmariruoppauksena. Kuokkaruoppaaja Kahla teki työtään lähinnä Koululahden ja Verkkosalmen alueelle aikavälillä 7.00-21.00 seitsemänä päivänä viikossa muutamien viikkojen ajan. Ruopattu maa kuljetettiin Uuraansaaren läjitysalueelle kahdella 150 m³ itsekulkevilla palkoproomuilla. (Destia Oy 2010, 1; Terramare Oy 2010.)



Kuva 3. Kuokkaruoppaustyötä Koululahdessa. Kuva Destia Oy 2010.

Kahmariruoppaus tehtiin Kahmari 2:lla lähinnä Hevonpäänlahden alueella. Maan siirto Uuraansaaren läjitysalueelle ja Laitaatsalmen läjitysalueelle tapahtui kahdella 570 m³:n itsekulkevilla palkoroopuilla ja yhdellä 300 m³ proomulla. Kahmariruoppaustyötä suoritettiin 24/7 muutamien viikkojen ajan. (Destia Oy 2010, 1.)

Ruoppauksen etenemistä valvottiin reaaliaikaisesti Meritaito Oy:n toimesta mittavene Keila 1:n avulla. Lopullisista ruoppauksen tuloksista toimitettiin tilaajalle luotaustietojen avulla tehdyt kartat ja poikkileikkaukset. Ruoppaustyöt luovutettiin valmiina sitä mukaa, kun luotauksia tehtiin ja ne hyväksyttiin Destian toimesta oikeiksi. Työn resursseina kokonaisuudessaan oli kuokkaruoppaaja Kahla, kahmariruoppaaja Kahmari 2; palkoproomut HH52, HH53, Adam, David ja Frederik; mittavene Keila 1; hinaaja Maavesi miehistön kuljetusta varten; 2 työnjohtajaa; 45 ammattimiestä ja yksi mittamies. (Destia Oy 2010, 2; Terramare Oy 2010, 7.)

Ruoppaustöistä johtuneen samentuneen veden sekä sedimenttikerrosten ja hienoaineksen leviämisen ja kulkeutumisen estämiseksi Uuraansaaren läjitysalueelle, Vääräsaaren kanavaan ja Kasinonsaaren salmeen asennettiin suojaverhoja. (Destia Oy 2010, 3.)



Kuva 4. Kahmariruoppaustöitä Hevonpäänlahdessa. Kuva Destia Oy 2010.

3.4.2 Ruoppaustöiden jälkilaskenta

Ruoppaustöistä tutkittiin ruoppaustyön tehoa. Ruoppaustöistä oli pidetty työaikana yllä seurantataulukkoa, johon oli merkitty päivittäin ruopatun maa-aineksen massamäärät (m^3 itd) molempien sekä kuokkaruoppaaja Kahlan että kahmariruoppaajan osalta. Kun tunnettiin päivittäinen työaika, laskettiin taulukon avulla molemmille ruoppaajalle tehon arvoja päivittäisistä ruopatuista maamassoista siten, että sedimenttimaat ja puhtaat pehmeät maat käsiteltiin erillään. Saaduista tehon arvoista laskettiin keskimääräinen tehon arvo m^3 itd/h. Lopulta kuokkaruoppaajalle ja kahmariruoppaajalle laskettiin oma yhdistetty tehon arvo, jossa saatu sedimenttimaiden ja puhtaiden maiden keskimääräinen tehon arvo yhdistettiin.

3.4.3 Tulosten tarkastelu

Tiedot jälkilaskennan tuloksista eivät ole julkisia.

3.5 Vesistösiltojen paalutukset

Projektilla siltöjen perustustyöt tehtiin 10 vesistösilan kohdalla sekä osittain uutena tehtävän Kasinonsaaren kävelysilan S63 kohdalla paalujen varaan. Paalutus suoritettiin sekä lyönti- että porapaalutuksena. Lyöntipaalutuksen kohdalla putkipaalujen halkaisija vaihteli välillä 711-1219 mm ja porapaalutuksessa paalujen halkaisijat olivat väliltä 508-711 mm. Porapaalutukset suoritti aliurakoitsijana toiminut Sotkamon Porakaivo Oy. Työ suoritettiin Bauer RG15 90 tn poravaunulla. Lyöntipaalutukset hoiti Destia Oy ja koneena oli lyöntipaalutusvaunu Junttan 25, jonka työpaino oli noin 70 tn. Paalutusaluesta oli yksinomaan louhepengertä.



Kuva 5. Porapaalutusta siltöjen S4 ja S17 rakennuspaikalla, Hevonpäänlahdessa. Kuva Destia Oy 2011.

3.5.1 Jälkilaskennan tekeminen

Vesistöpaalutustöiden osalta jälkilaskettavaksi otettiin paalutustyön työteho (paalumetriä/työvuoro) ja kustannukset (€/paalumetri). Jälkilaskentatyön apuna käytettiin hyväksi paalutuspöytäkirjoja, laskutustietoja sekä työnjohdon haastatteluja.

Tarvittavia tietoja lähdettiin kasaamaan excel taulukkoon, johon selvitettiin ja merkattiin eri sarakkeisiin seuraavat asiat:

- sillan nimi
- paalutyyppi

- paalutuskalusto
- paalujen kokonaispituus
- paalutustyötunnit ja työvuoroaika tv8
- teho (paalumetriä/tv8)
- kustannukset €/paalumetri (huom! ei sis. paalumateriaaleja)
- paalutusalusta
- paalun pituuden keskiarvo

Paalutuspöytäkirjojen avulla pystyttiin selvittämään, kuinka monta metriä mitäkin paalua oli lyöty/porattu eri siltojen kohdalla ja kuinka paljon kokonaisuudessaan paalutustyöhön oli kulunut aikaa. Laskettuihin paalutusaikoihin ja tehoihin sisältyy itse paalujen poraus/lyöntityöt, mahdolliset hitsaukset, paalujen nostot asennusta varten ja oikean paalutuskulman/suunnan määrittäminen, avarrinkruunujen asennus yms. Kun laskettuna oli paalutustyöhön kulunut aika tv8 ja maahan asennettujen paalujen kokonaispituus paalutuspöytäkirjojen avulla, oli teho paalumetriä/tv8 laskettavissa. Myös kustannukset/paalumetri eli €/m saatiin, kun laskutustietojen avulla selvitettiin, kuinka paljon paalutustyö oli tullut kokonaisuudessaan maksamaan tietyn sillan osalta ja tämä euromäärä jaettiin paalumetriä kokonaispituudella. Lopullinen tehon arvo m/tv8 eri paalukoille laskettiin keskiarvona siten, että esim. eri silloilla D610 kokoisten porapaalujen asennustehojen arvoista jätettiin huomioimatta pienin ja suurin arvo. Keskiarvon tulos pyöristettiin hyväksi havaittuun suuntaan. Mikäli tehon arvoja oli vain muutama, huomioitiin ne kaikki keskiarvon laskuun, mikäli niiden arvot olivat järkeenkäyviä. Kustannukset €/m laskettiin samalla periaatteella.



Kuva 6. Lyöntipaalutusta silta S4:n rakennuspaikalla Hevonpäänlahdessa. Kuva Destia Oy 2011.

3.5.2 Tulosten tarkastelu

Tiedot jälkilaskennan tuloksista eivät ole julkisia.

3.6 Työsillat

Niina Onninen mainitsee opinnäytetyössään ”Rajasaaren työsillan rakentaminen (2005, 7)”, että työsilta on työnaikainen rakenne, jonka tarkoitus on toimia joko työnaikaisena kantavana rakenteena tai huoltotienä tai mahdollisesti näiden yhdistelmänä. Lisäksi hän mainitsee, että työsiltoja käytetään lähinnä vesistösiltojen yhteydessä, mutta myös kuivalla maalla, mikäli maaperän kantavuus ei ole riittävä suhteessa kuormiin tai rakenteen aiheuttamat painumat kasvavat liian suuriksi. Vt 14 työmaalla työsiltoja käytettiin sekä kantavana rakenteena että huoltotienä.

Savonlinnan rinnakkaisväylätyömaalla työsiltoja käytettiin työnaikaisena apuna rakennusteknisistä syistä silloilla S6 ja S15, jotta siltojen muuttotyöt sekä raudoitustyöt pystyttiin suorittamaan. Jälkilaskennan yhteydessä tarkasteltavaksi työsilaksi otettiin sillan S15 työsilta. Liitteessä 3 on piirustuskuvasarja sillan S15 teline paalutuksesta ja alateli-

neestä, josta käy ilmi työsillan rakenne. Myös sillan S6 rakenne oli samankaltainen. Tarkasteltavan S15 työsillan pituus oli n. 46 m ja leveys n. 8,5 m. Neliöpinta-alaa kertyi tällöin n. 390 m². Työsiltojen tuentana käytettiin teräsputkipaaluja RR170/10, jotka oli varustettu kalliokärjillä. Paalujen pituus oli n.12 metriä ja vedensyvyys rakennuspaikalla 0...8 metriä. Vinopaalujen kaltevuus oli 6:1 ja paalutusluokkana oli III PPO2007:n mukaisesti. Paalurivistön päälle (3 paalua) tulivat poikkipalkit HE300B jaolla k4000. Poikkipalkkien päälle tulivat pituussuunnassa teräspalkit HE200B jaolla k800...1450. Näiden päälle tehtiin sahatavarasta pelkkapeti, jonka leveys oli ≥ 5500 .



Kuva 7. Työsillan rakentamisesta silta S15:sta rakennuspaikalla.

Kuva Destia Oy 2011.

3.6.1 Jälkilaskennan tekeminen

Koska jälkilaskentatiedon keräämiseen tarvittava tieto oli Destian sisäisten tietojärjestelmien takana, eikä minulle ollut niiden käsittelyyn oikeuksia päätimme Aki Loikkasen kanssa, että tarkasteltavakseni työsiltojen osalta jää työaika ja teho m²/tv8. Tarkasteltavaksi otettiin sillan S15 työsilta. Apuna työssä olivat työmaapäiväkirjat sekä myös työmaalta otetut valokuvat, joista nähtiin työn edistyminen.

3.6.2 Tulosten tarkastelu

Tiedot jälkilaskennan tuloksista eivät ole julkisia.

3.7 Kasuunit

Kasuuniksi kutsutaan metallista, puusta tai muusta materiaalista tai näiden yhdistelmästä tehtyä laatikkomaista työtekniistä suoja/muottirakennetta, jonka sisässä voidaan tehdä kuivatyönä esimerkiksi sillan pilareiden anturoiden muotitus- ja raudoitustyöt. Tähän tarkoitukseen kasuuneja käytettiin Vt 14 työmaalla. Kasuuneita käytettiin yhteensä kuuden sillan eli siltojen S4,S6,S14,S15, S17 ja S63, anturoiden muotitus- ja raudoitustöiden tekemiseen. Yhteensä kasuuneja oli 11 kpl eli 2 kpl siltaa kohden paitsi S63:lla 1 kpl. Kasuunirakenne kasattiin kokoon maalla. Liitteestä 1 löytyy kuva Haapasalmen ratasillan S15 välitukien kasuunipiirrustuksesta, josta tulee ilmi esimerkki kasuunin rakenteesta. Kasuunin kasaamisen jälkeen kasuuni nostetaan ja asennetaan paikalleen, joko konsolien varaan tai murskealustan päälle. Liitteessä 2 on Työmaapäällikkö Aki Loikkasen laatima tekninen työsuunnitelma Haapasalmen ratasillan S15 peruslaattojen kasuunien asennustyöstä, josta nähdään miten työ tulisi suorittaa, mitä resursseja käytettiin ja mitä työturvallisuus- ja ympäristöseikkoja tulisi ottaa huomioon.

Koska miltei kaikki kasuunien jälkilaskentaan tarvittava tieto oli yrityksen sisäisten järjestelmien takana, vailla minun oikeuksia niiden tarkasteluun, katsoimme yhdessä työmaapäällikkö Aki Loikkasen kanssa, että kasuunien osalta tarkasteltavakseni jää vain kasuuneiden rakentamiseen kuluneet sukellustunnit

3.7.1 Jälkilaskenta sukellustuntien osalta

Kasuunien rakentamiseen, asennukseen ja purkamiseen kuluneet sukellustunnit saatiin taulukosta, jonka olin aiemmin tehnyt tutkiessani toteutuneita sukellustunteja silta ja tukimuurikohtaisesti (kts. kohta 5 Sukellustyöt). Excel taulukossa oli eriteltynä siltakohtaisesti niiden rakentamiseen tarvittujen sukellustuntien määrät. Nuo tuntimäärät kertovat suoraan kasuuneihin kulutettujen sukellustuntien määrän, sillä oikeastaan vain niiden rakentamisen yhteydessä tarvittiin silloilla sukeltajaa.

3.7.2 Tulosten tarkastelu

Tiedot jälkilaskennan tuloksista eivät ole julkisia



Kuva 8. Käynnissä teräskasuunin nosto paikoilleen silta S4:n rakennuspaikalla Hevonpäänlahdessa. Kuva Destia Oy 2011.

4 YHTEENVETO JA JÄLKILASKENNAN KEHITTELY

Opinnäytetyöni päätarkoituksena oli koota jälkilaskentatietoa Savonlinnan rinnakkaisväylähankkeelta Vt14, Savonlinna, Laitaatsalmi-Ruislahti, KU. Lisäksi saatua jälkilaskentatietoa verrattiin tarjouslaskennan aikaiseen tietoon ja Destia Oy:n tarjouslaskijan työkalupakista löytyviin menetelmä- ja kapasiteettitietoihin. Työssäni käsiteltiin myös yleisesti laskettujen työvaiheiden sisältöä ja suoritusta Savonlinnan rinnakkaisväylähankkeen näkökulmasta sekä teorian pohjalta.

Asetetut tavoitteet saatiin saavutettua ja tuloksena saatiin monipuolista jälkilaskentatietoa, joka osaltaan palvelee tulevaisuudessa tarjouslaskentaa ja tuotannonsuunnittelua. Opinnäytetyön aikana muokattiin minulle kohdistettavien jälkilaskettavien työvaiheiden laskentasisältöä, joka sisällään vähensi opinnäytetyöni sisältöä, siitä mitä alun perin oli suunniteltu. Kaiken kaikkiaan jälkilaskentatieto osoitti, että tarjouslaskennassa ja työnsuunnittelussa oli pääosin onnistuttu huomioiden, että hanke oli suuri ja siinä pienien poikkeamien merkitys on suhteellisesti pieni.

Itse jälkilaskennan tuottamiseen ja tiedon keräämiseen työaikana olisi tulevaisuudessa hyvä laatia yhtenäinen menetelmä, jossa ohjeistettaisiin prosessin kulku ja kuvattaisiin toimintajärjestelmä, joka määrittäisi lähtökohdat jälkilaskennan suorittamiseksi ja kerätyn tiedon raportoimiseksi. Kaiken kaikkiaan jälkilaskenta olisi hyvä suorittaa heti työvaiheen valmistuttua eikä kuukausia työn päätyttyä. Tällöin työ olisi tuoreessa muistissa kaikilla työvaiheen suorittamisessa mukana olleilla. Myös laskentaan tarvittava tieto on jälkeenkäpäin usein työlästä kerätä johtuen puutteista arkistoinnissa ja lisäksi tiedon luotettavuus on vaihteleva.

LÄHTEET

Destia Oy. 2004. Menetelmäkuvaus- ja kapasiteettitietoa maarakennukseen. Tarjouslaskijan työkalupakki [online]. Yrityksen sisäinen tietokanta. [viitattu 8.2.2013]

Destia Oy. 2010. Tekninen suunnitelma sekä työ- ja laadunvarmistusohje. VT 14 ruoppaus ja suojaverhojen asennus, Savonlinna. Yrityksen sisäinen tietokanta. [viitattu 28.1.2013]

Hartikainen, Olli-Pekka. 2007. Maarakennustekniikka. Hakapaino Oy, Helsinki.

Liikennevirasto. Hankkeet. Vt 14, Savonlinnan kestusta. [viitattu 1.4.2013]. Saatavissa: <http://portal.liikennevirasto.fi/>

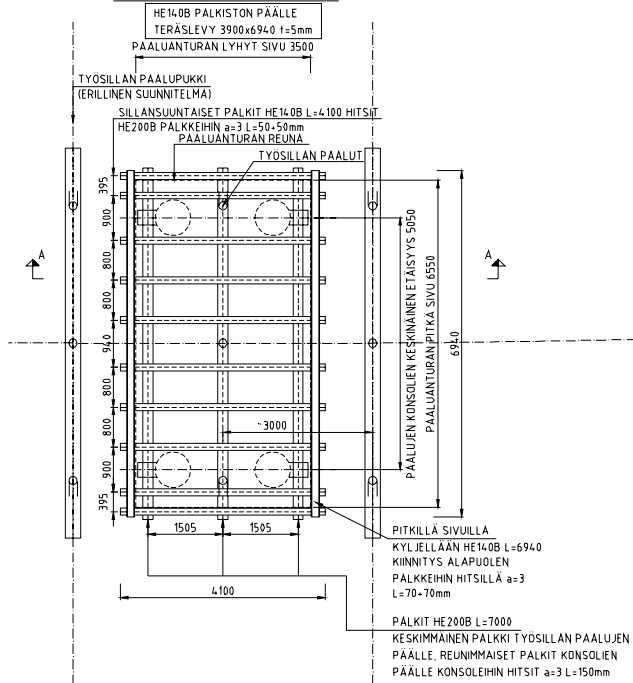
Lindholm, Mika. 2009. *Kustannusten hallinta rakennushankkeessa*. Suomen rakennusmedia Oy.

Onninen, Niina. 2005. *Rajasaaren työsillan rakentaminen*. Tampereen ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. Saatavissa: <https://publications.theseus.fi/browse?value=Onninen%2C+Niina&type=author>

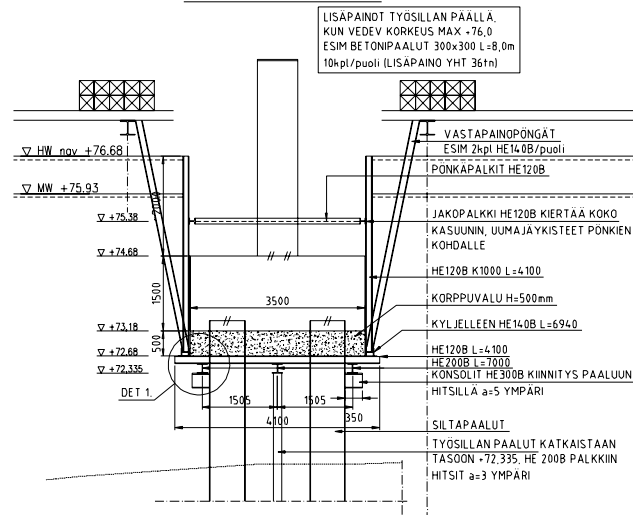
Terramare tänään. 2010. Terramare Oy:n tiedotuslehti Talvi 2010-2011. [Verkkolehti]. Terramare Oy [viitattu 14.2.2013]. Saatavissa: <http://www.terramare.fi/index.php/fi/tiedotus/lue-terramare-taenaeaen-lehti>



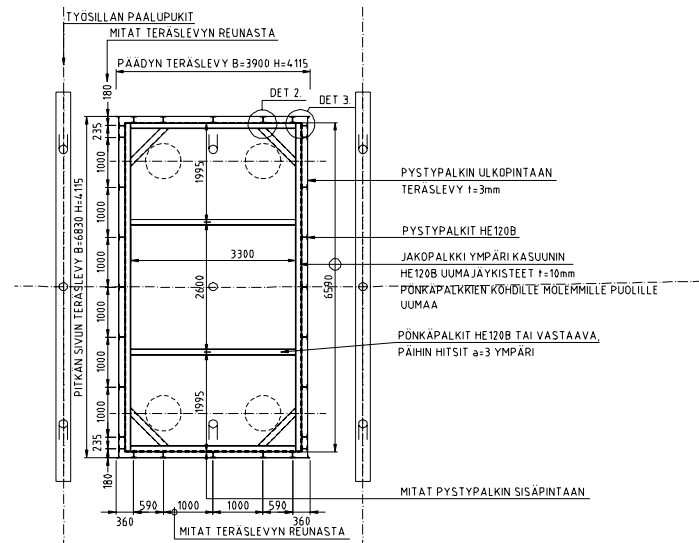
KASUUNIN POHJA 1:50



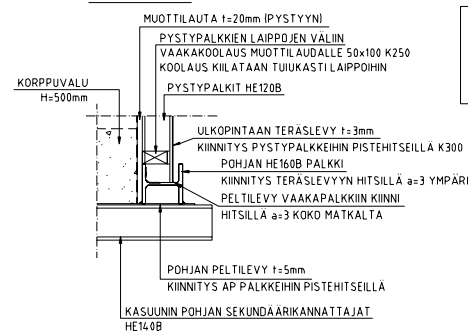
LEIKKAUS A-A 1:50



KASUUNIN KYLJET JA TUKITASO 1:50

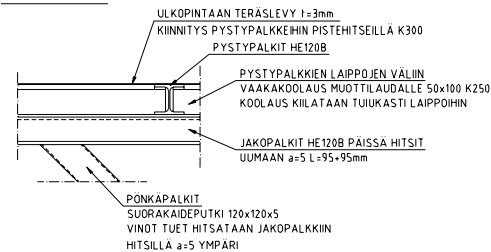


DET 1. 1:10

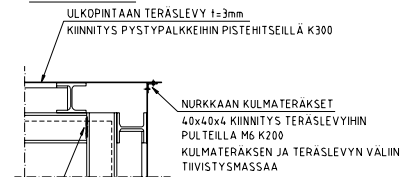


VEDENKORKEUDEN OLESSA YLI +76,00
ON LISÄPAINOJEN MÄÄRÄÄ LISÄTTÄVÄ!!

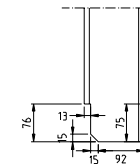
DET 2. 1:10



DET 3. 1:10



PYSTYPROFIILIN MUOTO PITKÄLLÄ SIVULLA 1:5



SAHATAVARA: T24-3

AUKKOPALKIT: S355J

NAULAT: NELIKULMAISET 3,1x90 JA 2,5x60

VALUNOPEUS: < 0,5m/h

LIITOKSET JA JATKOKSET: TUKITELINEOHJEET RIL 147

HITSAUSLUOKKA: C

KASUUNIRAKENTEEN PAINO: ~9,5 tn

SILTAPAALUJEN KYLKIIN HITSATAAN TARTUNTOJA
KORPPUVALUUN HARJATERÄKSISTÄ

TYÖSILLAN JA TELINEEN SUUNNITELMAN ON LAATINUT
INSINÖÖRITOIMISTO TAK-PLAN/ TAPIO KÄKÖNEN

SILTA		S15 Haapasaamen ratasilta	
SILTATYYPPI		Terveystalonin jalkiva ulkoalustakalusteilla	
JÄNNITYSTY		1,5+11,7+4+13,9+1,6 m	
VAPAALYEVY		VAPAAKORKEUS	
10,0 m		>1,2 m	
HYÖTYLEVY		7,2 m	
MUUT. SELITYS		PVM	TEHTY PVM
HYV.		HYV.	
		NIMI V116 SAVONLINNAN, VÄLILLÄ LAITAATSAALMI- RUUSLAHTI PAAKKYLÄHDEN RATAPIHA	
TARK.			
SUUNNITTEILIA		HOKE, KANTA	
		S15 HAAPASAALMEN RATASILTA SAVONLINNAN	
PIIRT.	25.3.2011	PK	PIIRUSTUS
SUUNN.	25.3.2011	P. Kivula	VÄLITUKSEN KASUUNPIIRUSTUS
TARK.			
HYV.			
TARHASTALLA	 Oy Rys-Rata Ab Rautateiden suunnittelu/silta		MITAKAAVA 1:50-1:10 RAKENNES SI-Par 482+625
GED			
SILTA			
HYV.	PÄIKÄ LKÄ PÄIKÖ MÄIT LEMT 4032. rs 9006		

Projekti, urakkaosa VT14, Savonlinna, Laitaatsalmi – Ruislahti, KU		Laatija Aki Loikkanen
Tilaaja Liikennevirasto		Pvm. 6.5.2011
Työvaihe Sillan S15 peruslaattojen kasuunin asennus		Työvaihenumero
RESURSSIT ♦ Käytettävä kalusto ♦ Työryhmä ♦ Käytettävät materiaalit	1 työnjohtaja 1 nosturi 90 tn 1KKht16 Sukellusryhmä 5 RAM Esivalmistellut kasuunielementit 2 kpl (10,5 tn/kpl)	
VALMISTAVA VAIHE ♦ Edelliset työvaiheet ♦ Ilmoitukset ja informointi ♦ Muut	Varmista, että kasuunit on esikasattu hyväksytyn kasuunisuunnitelman mukaisesti (kasuunisuunnitelma liite1). Varmista, että työsilta on purettu riittävältä etäisyydeltä kasuunin lopullisen sijainnin suhteen. Varmista, että kaikissa paaluissa on HE300B-konsolit oikeassa asemassa. Varmista, että työsillan paalut tukiliinjasta on katkaistu oikeaan korkoon. Varmista, että kaikki työvaiheeseen osallistuvat on perehdytetty tällä suunnitelmalla. Varmista, että nosturin nostokapasiteetti on riittävä ko. nostomatkalle.	
TYÖTURVALLISUUS JA YMPÄRISTÖ ♦ Suojavälineet ♦ Nostolaitteet ♦ Käyttöönottotarkastukset ♦ Turvallisuussuunnitelmat ♦ Varottavat laitteet ♦ Haitalliset aineet ♦ Liikenteen ohjaus ♦ Pohjavesialueet ♦ Materiaalien käsittely ♦ Melun torjunta	TYÖTURVALLISUUS Kaikilla on oltava vähintään TIETURVA 1 –pätevyys. Työntekijät käyttävät työssä vaadittavia henkösuojaimia. Työkoneiden käyttöönottotarkastukset tehty. Alavirran puolella on asennettuna turvaköysi mahdollista veteen joutumista ajatellen. Työsillalla työskenneltäessä on käytettävä pelastusliivejä. Työmaaliikenteen suhteen on noudatettava erityistä varovaisuutta. Taakan alla oleminen on EHDOTTOMASTI KIELLETTY! Nostolaitteina ja –apuvälineinä käytetään vain virallisia ja tarkastettuja välineitä. Nosturin pystytyksestä laaditaan pöytäkirja. YMPÄRISTÖ Haltuunottoalueen ulkopuolista kasvillisuutta ei vahingoiteta. Öljyä vuotavat koneet korjataan tai vaihdetaan. Öljyvahinkojen varalta on imeytysainetta työmaalla. Työmaan jätehuolto on järjestetty.	

- ◆ Menetelmät
- ◆ Aikataulu
- ◆ Vastuut
- ◆ Informointi
- ◆ Muut

Kasuunin nosto tuelle T2:

2(3)

- Nosturi pystytetään Haapasalmen ajosillan länsipuolelle siten, että se sijoittuu puoleen väliin sillan S15 tukea T2 ja Kaarlonkadun puoleista kasuunia. Nosturin pystytyksessä on huomioitava maapohjan kantavuus sekä mahdolliset alla olevat rakenteet. Noston säde on noin 14 m ja nosturin kapasiteetti tälle säteelle 12 tn.
- Nostoketjut kiinnitetään ennalta sovittuihin pisteisiin kasuunin alla olevan HE200B –palkin ympäri siten, että ketju kiertää myös HE120B –palkin.
- Kasuuni nostetaan varoen HE300B konsoleiden ja 170 mm porapaalujen varaan.
- Sukeltaja käy tarkastamassa kasuunin sopimisen konsoleiden ja telinepaalujen päälle. Mikäli kasuuni asettuu hyvin, hitsaa sukeltaja kasuunin kiinni konsoleihin sekä telinepaaluihin. Mikäli konsoleiden / paalujen sekä kasuunin palkkien väliin jää rako, nostetaan kasuuni pois ja lisätään riittävä määrä metallisia levyjä väliin.
- Mittamies tarkkailee kasuunin asemaa asennuksen aikana ja raportoi työnjohdolle sijaintipolkeamat ennen kasuunin lopullista kiinnittämistä paikalleen.

Kasuunin nosto tuelle T3 tapahtuu samalla menetelmällä seuraavin poikkeuksin:

- Kun tuen T2 kasuuni on asennettu, nostetaan tuen T3 kasuuni lavetille, jolla se siirretään Haapasalmen itäpuolelle.
- Nosturi pystytetään Haapasalmen ajosillan itäpäähän mahdollisimman lähelle työsiltaa. Nosturin pystytyksessä on huomioitava maapohjan kantavuus sekä mahdolliset alla olevat rakenteet. Noston säde on noin 16 m ja nosturin kapasiteetti tälle säteelle 11 tn.

Kun kasuunit on asennettu paikalleen, käy sukeltaja asentamassa ja hitsaamassa ennalta tehty levyn palat sillan paalujen kasuunin liittymäkohtiin.

Kasuunin pohjalle valetaan 500 mm paksu tiivistysvalu vedenalaisena betonointina.

Kasuuni tuetaan työsiltaan kasuunisuunnitelman mukaisesti nostetta vastaan ja kasuuni tyhjennetään vedestä.

Kasuunin paalut katkaistaan suunnitelman mukaiseen korkoon.

Sisäpuolen muotitus tehdään kasuunis suunnitelman mukaisesti.

LAATUTEKIJÄ	VAATIVUS/ TOLERANSSI	MITTAUS- MENETELMÄ	MITTAUS- TIHEYYS	DOKUMENTTI	MITTAUKSEN SUORITTAJA

TYÖVAIHEEN HENKILOI- DEN YHTEYSTIEDOT	Asema/yritys	Nimi	Puhelin	Sijainen
	Pääurakoitsija, Destia Oy	Juhani Mielonen		
	Mittavastaava	Tarmo Piirainen		
	Aliurakoitsija Viitek Oy	Heikki Hirvonen		
	Tilaaaja/ rakennuttaja			

ALLEKIRJOITUKSET	Päivämäärä	Työkone/ tehtävä	Nimi	Allekirjoitus
				liite 3 3(3)
Työvaiheesta vastaava				
Olen perehtynyt ja sitoudun				
Olen perehtynyt ja sitoudun				
Olen perehtynyt ja sitoudun				
Olen perehtynyt ja sitoudun				
Olen perehtynyt ja sitoudun				
Olen perehtynyt ja sitoudun				

Pvm:	Korvaa version:	Laatinut:	Ohje nro:

Kuormitukset

- betoni gk < 49,0 kN / m²
- muotti gk = 0,3 kN / m²
- valukuorma qk = 2,0 kN / m²
- alatelineen oma paino gk = 2,5 kN / m²
- paalukone Junttan PM25H tai vast
- kokonaispaino < 80 tonnia

Puutavara

- sahatavara T 24; kosteusluokka 3

Teräsrakenteet

- teräsputkipaalut S440J2H tai vast
- palkit ja pontit S235J2GR tai vast
- liitoshisit luokka C

Teräsputkipaalutus

- teräsputkipaalut RR170/10 tukipaaluuina
- paalut varustetaan kalliokärjillä
- vinopaalujen kaltevuus 6:1
- paalutusluokka III PPO2007:n mukaisesti

Paalukuormat


- paalujen korroosiovähennystä ei huomoida (lyhytaikainen kuormitus)

RR170/10	Pk max 252 kN / paalu	Psall 722 kN / paalu
	- nurjahduspituus Lc < 8,0 m	267 kN / paalu
	- nurjahduspituus Lc < 7,0 m	339 kN / paalu

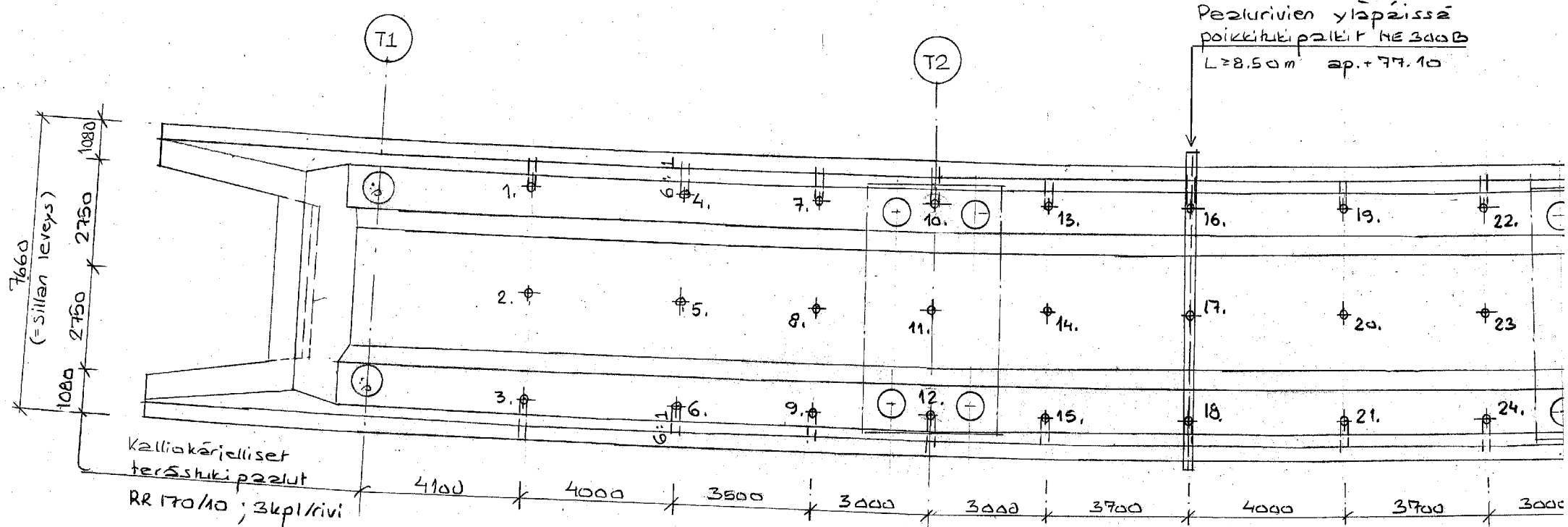
HUOM! Työturvallisuusasetuksen mukaiset työ- ja kulkutasot kaiteineen tehdään erillisen suunnitelman mukaan

Liite 4

1(7)

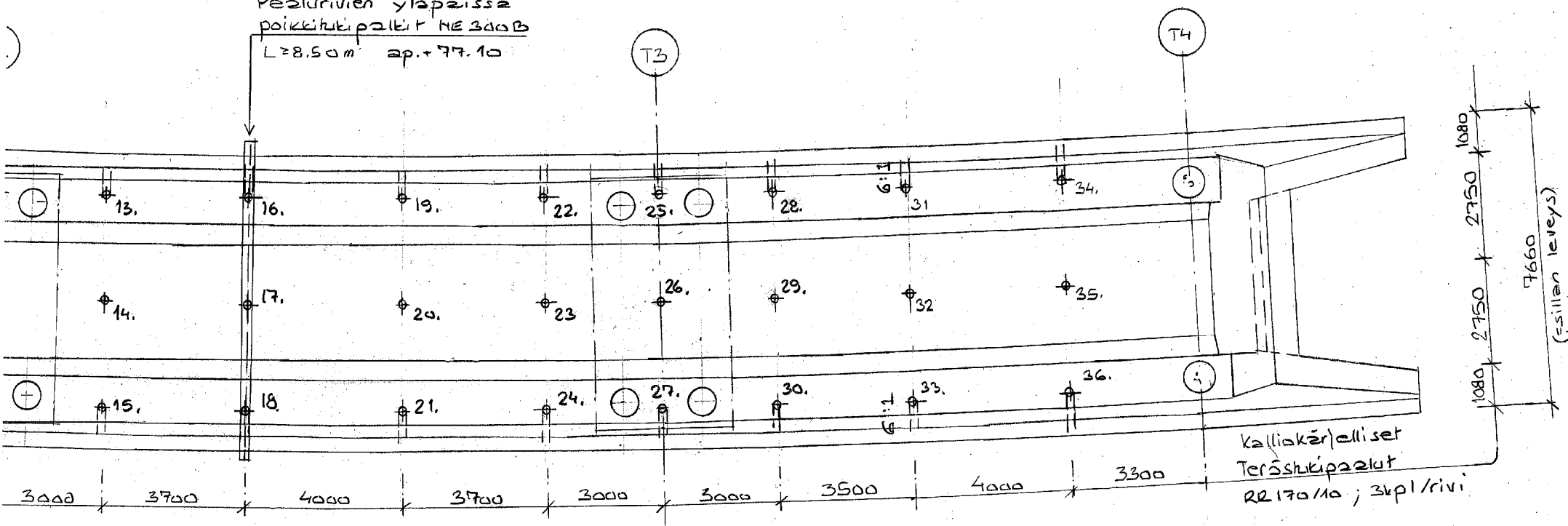
MERKKI	PVM	MUUTOS	TEHNYT	TARK.
HANKE	VT 14 SAVONLINNA, VÄLILLÄ LAITAATSALMI - RUISLAHTI		RATAOSA	SI-Par
	JA PÄÄSKYLAHDEN RATAPIHA		KM + M	485+625
SILLAN NIMI	S15 HAAPANIEMEN RATASILTA; Savonlinna			
JA KUNTA				
TYYPPI	Teräsbetoninen jatkuva ulokekaukalosilta			
PIIRUSTUS	SILLAN TELINEPAALUTUS JA ALATELINE			
JM,VA II	(1,5) + 14,6 + 17,4 + 13,8 + (1,5) m			HL 7,20 m
KUORMA	Omapaino + tasokuorma q = 2,0 kN/m ² / akselikuormat			VINOUS 0 gon
		Urakoitsija		Tilaaja
		DESTIA OY		LIIKENNEVIRASTO
PIIRT.			TARK.	
SUUNN.	09.02.2011	<i>Tapio Kähkönen</i>	TARK.	
TARK.			HYV.	
MITTAK.	1:100	1:50	PIIR.NRO	REV
			4032 RS 9006 TEL-01	

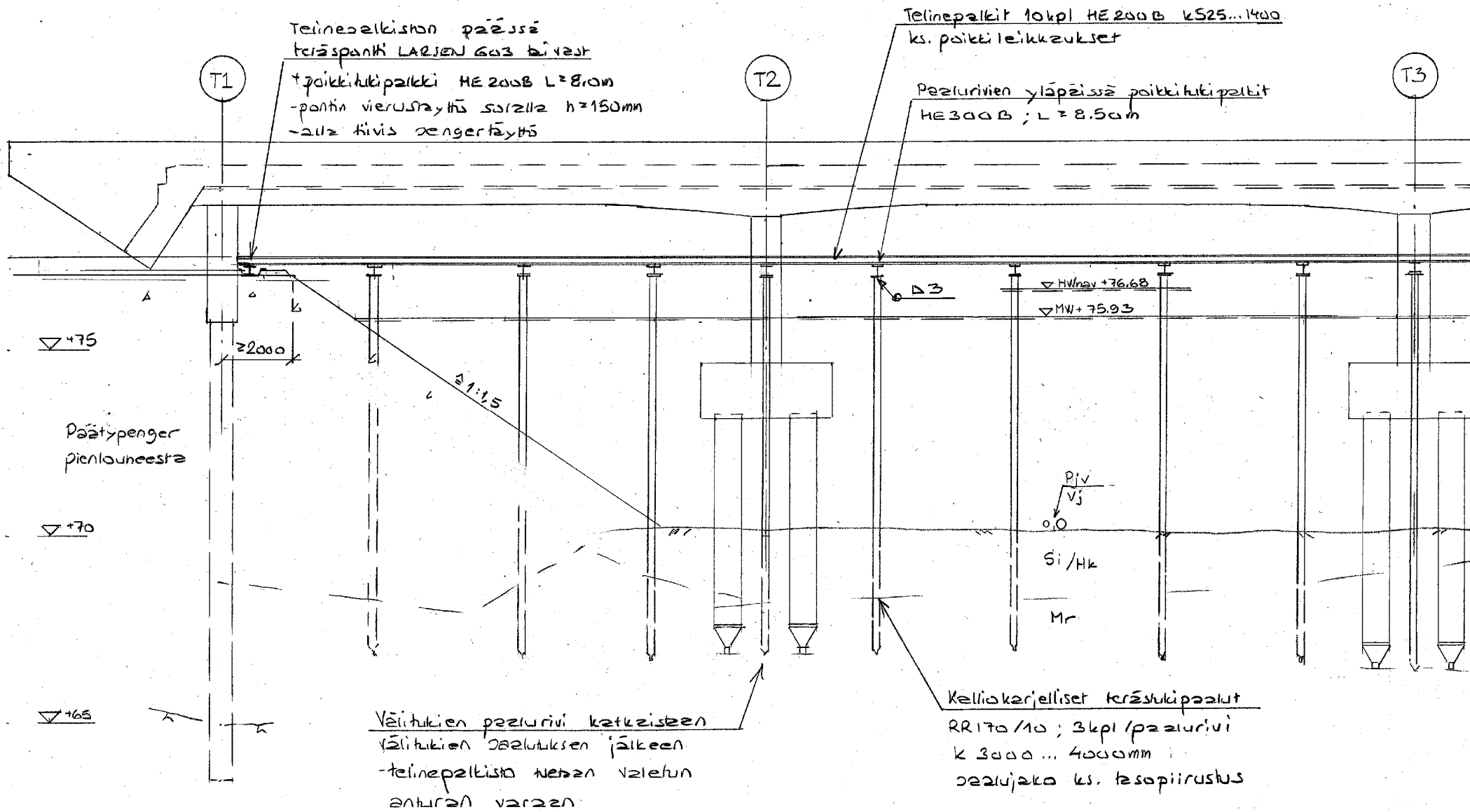
Telinepääntus ja alaterine



Telinepääntus ja alusteline

Päänturivien yläpäässä
poikkirakenteet HE 300B
L=8,50 m ap.+77.10





Telinepalkit 10kpl HE200B kS25...1400
ks. poikkileikkaukset

Pääluurivien yläpäissä poikkitukipalkit
HE300B ; L = 8.50m

Teräspankki LARSEN 603
+poikkitukipalkki HE200B
kuten huoli 2 T1

T2

T3

T4

▽ HVL_{nav} +76.68
▽ MW +75.93

+75 ▽

Päätypenger
pienlauheesta

+70 ▽

+65 ▽

P_{iv}
V_j

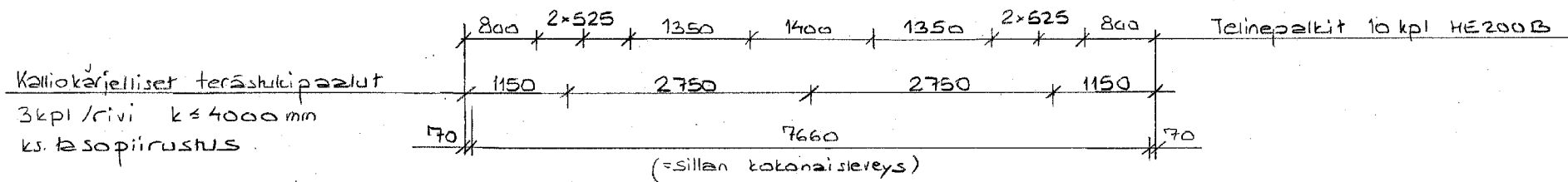
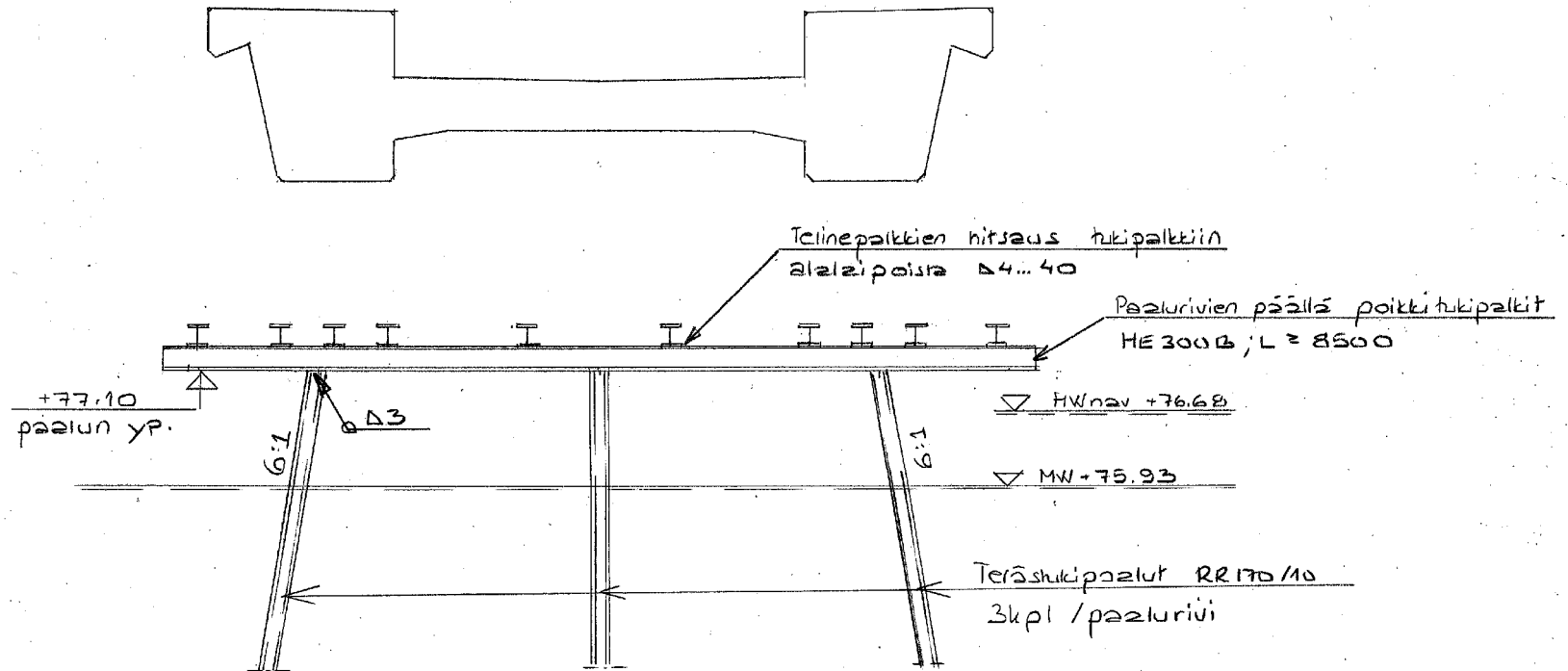
Si/Hk

Mr

Kelliakerjelliset teräshuiput
RR170/10 ; 3kpl/pääluurivi
k 3000 ... 4000mm
päälujako ks. tasopiirustus

en
1
n

Sillan telinepalkisto



Työsillake tukien T2 ja T3 pealutusk varten

